

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
CURSO DE AGRONOMIA

CAUÊ HABOWSKY FRANCO

DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO NA QUALIDADE DE *Araucaria angustifolia*
PRODUZIDAS EM EMBALAGEM DE PAPEL

PONTA GROSSA - PR
2025

CAUÊ HABOWSKY FRANCO

DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO NA QUALIDADE DE *Araucaria angustifolia*
PRODUZIDAS EM EMBALAGEM DE PAPEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção de Grau de Engenheiro Agrônomo na
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Carlos André Stuepp
Coorientadora: Profa. Dra. Amanda Regina Godoy
Baptistão

PONTA GROSSA
2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COLEGIADO DO CURSO DE AGRONOMIA
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

OTCC - Ano 2025

AVALIAÇÃO DE TCC
RELATÓRIO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Monografia: Reação do Sulfato de amônio no crescimento de Anacardium occidentale produzido em embalagem de papel
Autor (a): Luiz Molawsky Franco
Data da defesa: 29/05/25 Horário: 08:30 Local: F13

Avaliadores:
1-Orientador (a): Carla André S. L. Assinatura: [Assinatura]
2-Avaliador (a): NEIDE FÁBIA BALNEZ GARCIA Assinatura: [Assinatura]
3-Avaliador (a): PAULO FERREIRA CABRILH Assinatura: [Assinatura]

Itens a serem avaliados	Notas atribuídas		
	Orientador(a)	1º Avaliador(a)	2º Avaliador(a)
I- Apresentação oral (Até 2,0)	2,0	2,0	2,0
II- Trabalho escrito (Até 6,0)	6,0	6,0	6,0
III- Arguição (Até 2,0)	1,7	1,7	1,7
TOTAL	9,7	9,7	9,7
MÉDIA FINAL *	9,7		

* Orientador(a) nota final com uma casa após a vírgula

Atenção Professor(a) ORIENTADOR(A):

No caso de apresentação de trabalho, em evento técnico-científico, no qual o acadêmico conste como autor, poderá ser acrescentado **ATÉ 10%** da nota, na somatória final. Apresentar **comprovante** junto com os documentos entregues para a Coordenação de TCC.

FORMULÁRIO 4
OTCC
AGRONOMIA

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente à minha família, minha base, meu alicerce. Em especial ao meu pai Victor, à minha mãe Susana e à minha irmã Eduarda, por todo amor, apoio e dedicação incondicional. São deles os exemplos de ética, respeito, responsabilidade e coragem que levo comigo nesta caminhada. A cada gesto, palavra e sacrifício, meu mais sincero agradecimento.

À minha namorada Vanessa, por sua paciência, incentivo e por estar ao meu lado em todos os momentos, dividindo comigo os desafios e as conquistas, sendo sempre apoio e inspiração.

Aos meus amigos da universidade, que tornaram essa jornada mais leve, divertida e significativa. Em especial, agradeço ao Felipe e ao Makissuel, pela parceria, companheirismo e amizade verdadeira, que levo para a vida.

Aos técnicos do viveiro florestal da UEPG, Eduardo e Ângela, pelo carinho, dedicação e suporte durante todas as etapas do meu trabalho, e também aos demais colegas do viveiro, que contribuíram com ensinamentos, auxílio e momentos memoráveis.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos André Stuepp, por sua orientação firme, paciência, generosidade e por acreditar no meu potencial, sendo essencial não apenas para a realização deste trabalho, mas para meu crescimento acadêmico e pessoal.

A todos os professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica, por compartilharem seu conhecimento com dedicação, inspirando-me a buscar sempre mais.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), por proporcionar o ambiente e as ferramentas necessárias para minha formação, e a todos os seus docentes e colaboradores que tornam essa instituição um espaço de crescimento e transformação.

RESUMO

FRANCO, C.H. **DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO NA QUALIDADE DE *Araucaria angustifolia* PRODUZIDAS EM EMBALAGEM DE PAPEL**. Orientador: Prof. Dr. Carlos André Stuepp. Coorientador: Prof. (a) Dra. Amanda Regina Godoy Baptistão. Ponta Grossa, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2025.

Para a produção de mudas florestais é de extrema importância que haja um manejo adequado, visando uniformidade e qualidade, atrelados a sanidade das plantas, pensando nisso, este experimento teve como objetivo avaliar a qualidade de mudas de *Araucaria angustifolia* produzidas em embalagem biodegradável, sobre diferentes doses de sulfato de amônio (NH_4SO_4). As miniestacas foram obtidas a partir de um minijardim clonal produzido a partir de sementes de uma única progênie, com procedência de Cruz Machado-PR. O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com 6 doses de sulfato de amônio, com três repetições de 18 mudas por unidade experimental. Após a coleta dos propágulos de *A. angustifolia*, as miniestacas foram plantadas em embalagem biodegradável de fibra de celulose, com volume aproximado de 280 cm^3 , e mantidas em casa de vegetação por 90 dias sobre microaspersão com intervalos de 15 minutos. Passados 90 dias, o material foi transferido para outra casa de vegetação, com menor regime de água, para então darmos início à aplicação dos tratamentos, estes que possuíam a mesma base de nutrientes, variando apenas na dose de sulfato de amônio. Cada tratamento contava com 4 g L^{-1} de monoamônio fosfato; 4 g L^{-1} de cloreto de potássio; $0,5\text{ g L}^{-1}$ Dripsol®; doses sucessivas de sulfato, que variavam para cada tratamento, sendo elas 0; 2; 4; 6; 8; 10 g L^{-1} . O experimento foi conduzido durante 210 dias, sendo avaliada altura, diâmetro e biomassa seca de plantas. A altura foi avaliada aos 120, 150, 180 e 210 dias após o plantio, enquanto o diâmetro do coleto, a biomassa seca caular, biomassa seca radicular e biomassa seca total foram avaliados apenas aos 210 dias após o plantio. Foi observado efeito significativo para os tratamentos com relação a altura de plantas, sendo os tratamentos 6 g L^{-1} e 10 g L^{-1} superiores estatisticamente aos demais. Para o diâmetro do coleto e a biomassa seca não foram verificados efeito significativo, indicado que os tratamentos não surtiram diferença estatística para tais aferições.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*, Miniestacas, Sulfato de amônio, Nitrogênio, Mudas, Minijardim clonal, Qualidade de mudas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização geral do mini jardim clonal de <i>Araucaria angustifolia</i> utilizado como fonte dos propágulos para o experimento, onde: (A) mini jardim clonal; (B) minicepa; (C) propágulos.	15
Figura 2 - Caracterização geral das etapas do experimento com mudas clonais de <i>Araucaria angustifolia</i> , onde: (A) Mini jardim clonal; (B) Preparo das miniestacas; (C) Plantio em embalagens biodegradáveis; (D) Mudas em casa de sombra; (E) Mudas em ambiente de pleno sol	19
Figura 3 - Altura caulinar de mudas clonais de <i>A.angustifolia</i> avaliadas aos 120, 150, 180 e 210 dias após o plantio das miniestacas sob diferentes doses de sulfato de amônio.....	21
Figura 4 - Altura de plantas durante 90 dias, em função do tempo e em função das doses de sulfato de amônio.	22
Figura 5 - Diâmetro do coleto avaliado aos 210 DAP.	24
Figura 6 - Biomassa seca caulinar (BSC), biomassa seca radicular (BSR) e biomassa total (BSC+BSR) de plantas de <i>Araucaria angustifolia</i> em gramas, em função de diferentes doses de sulfato de amônio. Assim como índice de qualidade de Dickson (IQD) calculado a partir dos dados obtidos nas avaliações.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização geral dos ambientes experimentais utilizados na produção de mudas clonais de <i>Araucaria angustifolia</i> ao longo dos 210 dias.....	17
Tabela 2 - Análise de variância para altura caular de mudas clonais de <i>Araucaria angustifolia</i> ao longo de quatro avaliações (120, 150, 180 e 210 DAP), submetido a diferentes doses de sulfato de amônio.	20
Tabela 3 - Análise de variância para diâmetro do coleto aos 210 dias após o plantio (DAP), submetido a diferentes doses de sulfato de amônio.....	23
Tabela 4 - Análise de variância para biomassa seca de raiz (BSR), biomassa seca caular (BSC) e biomassa seca total (BSC+BSR) de mini estacas de <i>Araucaria angustifolia</i> , cuja avaliação foi feita aos 210 DAP, submetido a diferentes doses de sulfato de amônio.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE	11
3.2 NUTRIÇÃO MINERAL NA FASE INICIAL DE CRESCIMENTO.....	11
3.3 EMBALAGEM BIODEGRADÁVEL NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO MINIJARDIM CLONAL.....	15
4.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	16
4.2.1 Avaliações.....	17
4.2.2 Delineamento experimental	18
4.2.3 Caracterização geral do experimento	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Araucaria angustifolia, popularmente conhecida como pinheiro-do-paraná, é uma espécie endêmica do Brasil, que, conforme a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (IUCN, 2015), se encontra em perigo crítico de extinção. Esse status alarmante deve-se principalmente à pressão da exploração madeireira, uma vez que a espécie é amplamente valorizada pela qualidade de sua madeira. Além disso, sua distribuição, concentrada nas florestas ombrófilas mistas do bioma da Mata Atlântica, especialmente no sul do Brasil, levou à intensificação da extensão comercial. Esse cenário, somado à degradação do habitat e à fragmentação de suas populações, tem causado um rápido declínio da espécie, o que ressalta a urgência de estratégias eficazes para a sua conservação (Mattos *et al.*, 2006). Do ponto de vista ecológico, a *Araucaria angustifolia* exerce um papel fundamental de estruturação dos ecossistemas florestais onde ocorre. Seu pinhão apresenta grande relevância como fonte alimentar para a fauna, especialmente para espécies endêmicas, contribuindo significativamente para os processos de regeneração natural e manutenção da biodiversidade.

No entanto, torna-se necessário investir em estratégias eficientes de produção que garantam a preservação e o restabelecimento das populações de *Araucaria angustifolia*. Envolvendo desde a escolha adequada dos recipientes, até o manejo adequado das plantas em viveiro

Levando em consideração o plantio de mudas florestais a campo, pode-se dizer que há uma grande problemática no processo que envolve a adaptação delas em um ambiente totalmente novo e livre de condições favoráveis para o seu desenvolvimento. É necessário que haja um controle de qualidade de plantas, definindo um padrão de parâmetros fisiológicos que são cruciais para seu desenvolvimento, minimizando gastos com tratos culturais durante o processo de plantio das mesmas a campo (Gomes *et al.*, 2002).

A seleção de mudas de qualidade depende de uma série de fatores fisiológicos e morfológicos (Parviainen, 1981), portanto é necessário que haja um padrão durante a produção, o qual garante uma uniformidade na altura, diâmetro e produção de biomassa, o que promove um bom desenvolvimento das plantas quando plantadas a campo.

Assim como a uniformidade e qualidade das mudas é importante pensar a respeito do sistema logístico e transplântio destas plantas para campo, visando minimizar gastos e facilitar o desenvolvimento das plantas.

Atualmente os recipientes mais utilizados na produção de mudas florestais são os tubetes de polietileno, que apresentam um bom custo-benefício e cumprem o seu papel ao notarmos que protegem as raízes contra choques mecânicos, desidratação, fertilidade, entre outros aspectos (Gomes, 2004). Uma problemática gerada pelo uso de tubetes de polietileno são as questões ambientais, visto que o material utilizado na produção destes, pode demorar centenas de anos para se degradar na natureza (Costa, 2023).

Uma opção sustentável é o uso de embalagens biodegradáveis, que por sua vez podem ser uma opção mais favorável ao se tratar de produção de mudas de espécies florestais (Dias, 2011). Estas que possuem a capacidade de decomposição no solo, fazendo com que não haja a necessidade de retirarmos as mudas da embalagem, o que por sua vez reduz significativamente o dano às raízes. Além de tudo, sua superfície porosa permite que o sistema radicular das plantas atravesse para o meio externo, aumentando sua integridade e possibilitando melhor desenvolvimento das plantas a campo (Iatauro, 2004).

É importante salientar a necessidade de uma adubação adequada, principalmente visando qualidade de mudas, pois a demanda nutricional destas aumenta a capacidade de absorção e acúmulo de nutrientes nos tecidos vegetais (Fonseca *et al.*, 2006), os quais podem ser prejudicados pela falta e o desbalanço entre os nutrientes (Gonçalves; Passos, 2000). Sobretudo o nitrogênio é crucial no balanço nutricional, visto que é o macronutriente mais exigido pelas plantas, além de melhorar os teores de Fósforo (P) na planta e ser primordial no processo fotossintético (Taiz *et al.*, 2017).

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade de mudas de *Araucaria angustifolia* produzidas em embalagem biodegradável, sob diferentes doses de sulfato de amônio.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade das mudas clonais de *Araucaria angustifolia* em resposta a diferentes doses de sulfato de amônio, visando identificar a dose ideal para promover o crescimento morfológico das plantas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (i) Avaliar a sobrevivência das mudas de *Araucaria angustifolia* ao longo dos 210 dias de cultivo.
- (ii) Avaliar o crescimento das mudas de *Araucaria angustifolia* ao longo de 210 dias.
- (iii) Avaliar a biomassa seca das raízes, caule e suas relações aos 210 dias.
- (iv) Avaliar a influência do sulfato de amônio na qualidade de mudas de *Araucaria angustifolia*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze pertence à família Araucariaceae, é uma espécie arbórea que se propaga naturalmente por sementes. No entanto esse tipo de propagação apresenta limitações, principalmente em função da baixa longevidade das sementes, do seu reduzido vigor e das dificuldades no armazenamento (Wendling *et al.*, 2017). Sua disseminação pode ser propagada via vegetativa para contornar os problemas como a viabilidade de sementes. A qualificação da semente de araucária como recalcitrante é o que torna a propagação via vegetativa uma opção para melhores resultados de produção de mudas, visto que o pinhão (semente da *A.angustifolia*) possui alta sensibilidade a escassez hídrica e responde negativamente a armazenamento em baixas temperaturas (Amarante *et al.*, 2007).

A mini estaquia pode ser uma resposta aos problemas de produção seminal desta espécie, porém é necessário saber quais condições edafoclimáticas associadas a fertilidade podem favorecer o enraizamento das mesmas (Pires *et al.*, 2015), para que se possa manter um modelo produtivo de mudas, além de compreender o hábito de crescimento em detrimento da finalidade desta produção, ou seja, propágulos provenientes de um seguimento horizontal da matriz podem originar mudas com hábito de crescimento ortotrópico, enquanto se os mesmos forem retirados de um ramo lateral irão produzir mudas com hábito de crescimento plagiotrópico (Oliveira, 2010), o modelo produtivo irá definir qual hábito de crescimento é mais viável para a finalidade desejada, ou seja, mudas de crescimento ortotrópico serão destinadas para produção de madeira, enquanto materiais de crescimento plagiotrópico poderão ser implementados em modelos de produção de sementes.

3.2 NUTRIÇÃO MINERAL NA FASE INICIAL DE CRESCIMENTO

O Nitrogênio é um macronutriente que desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de plantas, visto que está presente na síntese de aminoácidos, proteínas, enzimas e clorofila (Bredemeier *et al.*, 2000). A qualidade das mudas pode ser afetada diretamente pela disponibilidade de nutrientes para elas, o que pode impactar na altura e diâmetro das plantas, implicando na necessidade de um doador do macronutriente N na base de fertilização das mudas.

Assim como o nitrogênio o enxofre também faz parte da estrutura de aminoácidos essenciais para o desenvolvimento das plantas (Paulilo *et al.*, 2015), o que faz com que o sulfato de amônio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ seja um importante agente no desenvolvimento de mudas de qualidade, pois além de fornecer nitrogênio na forma de amônio (NH_4) que é mais facilmente absorvido pelas raízes também disponibilizada o enxofre na forma de sulfato (SO_4) que é a forma como o enxofre é transportado nos vegetais (Taiz *et al.*, 2017).

Especula-se que o nitrogênio na forma amoniacal (NH_4) pode ser um grande agente no desenvolvimento de mudas, o que implica diretamente na altura e diâmetro do coleto, visto que principalmente espécies arbóreas tem preferência de absorção do nitrogênio desta forma (Goulart *et al.*, 2017), porém quando em excesso, esta molécula pode ser uma causadora de redução de pH e acidificação do substrato (Camacho *et al.*, 1995), ou seja, definir as doses de sulfato de amônio mantendo um equilíbrio com os demais nutrientes é um fator crucial no desenvolvimento de mudas de qualidade.

A demanda por nitrogênio é variável entre as espécies florestais, apesar disso, o nitrogênio é o nutriente que possui maiores concentrações nos vegetais (Marques *et al.*, 2006).

O desenvolvimento inicial das mudas florestais necessita de um bom desempenho na nutrição mineral, o qual influencia diretamente o crescimento, no acúmulo de biomassa e na qualidade final das plantas. Durante a fase de formação e estabelecimento da muda é crucial que haja uma disponibilidade adequada e um equilíbrio entre os nutrientes, para garantir o sucesso do enraizamento (Gomes *et al.*, 2002).

O nitrogênio é considerado o macronutriente mais exigido pelas plantas e está diretamente relacionado à produção de compostos fundamentais como proteínas, clorofila e ácidos nucleicos (Taiz *et al.*, 2017). Além de estimular o crescimento vegetativo, o N promove o desenvolvimento da parte aérea e favorece o metabolismo fotossintético. Contudo, sua aplicação deve ser equilibrada, pois o excesso pode causar fitotoxicidade e desequilíbrios no pH do substrato, prejudicando a absorção de outros nutrientes essenciais, como fósforo, potássio e magnésio (Camacho *et al.*, 1995; Gonçalves; Passos, 2000).

A interação entre os macronutrientes é fundamental nesse estágio. O fósforo, por exemplo, é indispensável para o enraizamento e a formação de estruturas de reserva, enquanto o potássio atua na regulação osmótica e no transporte de açúcares, portanto, são extremamente necessários durante o processo de desenvolvimento das mudas (Fonseca *et al.*, 2006). A correta formulação da adubação de base e cobertura deve considerar as exigências específicas da espécie e as características do substrato, a fim de garantir uma nutrição equilibrada e eficaz.

Em espécies florestais como *Araucaria angustifolia*, a fase inicial de crescimento é crítica e exige atenção especial à nutrição, visto que interferências nessa etapa podem comprometer o desempenho das mudas após o transplântio. A utilização de fertilizantes solúveis e a adoção de técnicas como a fertirrigação têm se mostrado eficientes para manter uma nutrição contínua e adequada, maximizando o potencial de desenvolvimento das plantas (Wendling *et al.*, 2015).

3.3 EMBALAGEM BIODEGRADÁVEL NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

A escolha do recipiente pode interferir diretamente no sistema radicular, assim como no impacto ambiental e na logística de transplântio das mudas. Historicamente recipientes de baixo custo, como os provenientes de casca de madeira, foram utilizados devido à sua acessibilidade, porém, apresentavam várias limitações, como baixa capacidade de agregação radicular e comprometendo o desempenho de mudas após o transplântio (Iatauro, 2004). Posteriormente, os tubetes de polietileno passaram a ser mais frequentes em sistemas de produção visto que possuem maior resistência e melhor custo-benefício (Gomes, 2004). É importante ressaltar a problemática gerada pelo uso deste tipo de embalagem, visto que elas possuem baixo teor de biodegradabilidade, provocando o acúmulo de resíduos no meio ambiente (Costa, 2023).

O uso de embalagens biodegradáveis surge como uma alternativa sustentável para contornar a problemática ambiental causada por embalagens de polietileno e reduzir o custo com mão de obra. Com suas paredes fabricadas a partir de materiais orgânicos, estas embalagens possuem uma rápida decomposição no meio ambiente, permitindo o plantio de mudas diretamente no campo, o que reduz o estresse e choques mecânicos causados no sistema radicular, além de reduzir a mortalidade pós-plantio (Dias, 2011). A porosidade da embalagem favorece o crescimento radicular além das paredes do recipiente, o que pode ser um fator favorável, por não impedir que a raiz se desenvolva de forma livre, auxiliando em uma melhor adaptação em ambientes naturais futuramente (Iatauro, 2004).

Contudo, as embalagens apresentam vantagens que as tornam uma alternativa na produção de mudas. A porosidade do material permite a passagem das raízes através de seus limites pode ser um fator limitante, ao notar que permite a incidência de luz solar no sistema radicular, o que pode provocar o acúmulo de raízes das partes mais superiores, devido a oxidação gerada pelo extravasamento destas raízes para o meio externo (Conti, 2012), além de

possuir um valor de produção maior quando comparada às embalagens de polietileno acrescenta a autora.

Ao comparar o desenvolvimento do sistema radicular de mudas produzidas nos dois tipos de recipientes, observa-se um maior crescimento das raízes nas mudas cultivadas em embalagens de polietileno. Este comportamento pode estar relacionado ao formato cônico e à estrutura rígida dessas embalagens, fatores que promovem uma orientação predominantemente vertical do crescimento radicular. Em contrapartida, as raízes das mudas cultivadas em embalagens biodegradáveis tendem a se concentrar na porção superior do recipiente, possivelmente em função da maior porosidade das paredes, o que facilita a expansão lateral das raízes para além dos limites físicos da embalagem (Iatauro, 2001).

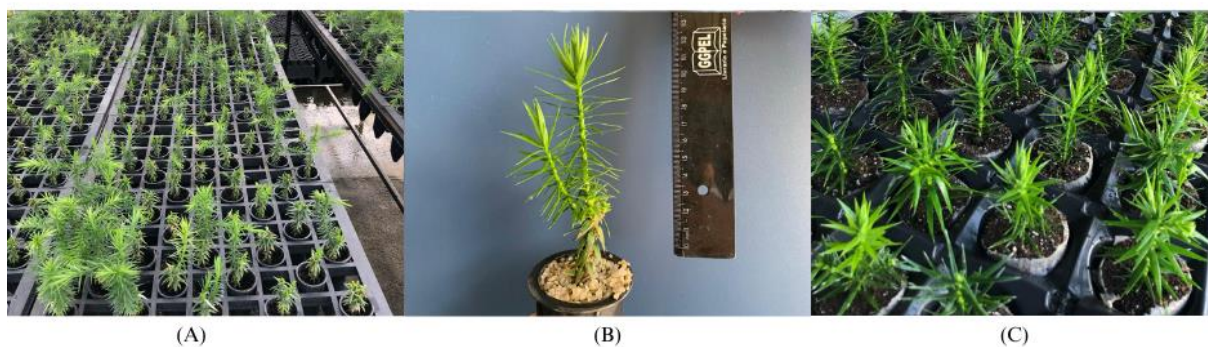
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO MINIJARDIM CLONAL

O experimento foi conduzido entre 14 de junho de 2024 e 22 de março de 2025, nas dependências do Viveiro Florestal da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil (25°05'49" S 50°03'11" W). O clima da região tem classificação climática de Köppen-Geiger Cfb, caracterizado como subtropical, com verões suaves e temperatura média em torno de 18°C, sendo a máxima de 24°C e a mínima de 13°C, e precipitação anual entre 1.400 – 1.600 (Nitsche *et al.*, 2019).

O minijardim clonal foi constituído por mudas de *Araucaria angustifolia* produzidas a partir de sementes de uma única progênie, com procedência de Cruz Machado-PR. As mudas produzidas em tubetes de 280 cm³, preenchidos com substrato comercial[®] composto por turfa de *Sphagnum*, vermiculita, casca de arroz carbonizada, calcário dolomítico, macro e micro nutrientes oriundos das fontes de fertilizantes, com pH de 5,5 e condutividade elétrica de 0,7 mS/cm. O minijardim permaneceu em estufa, com 50% de irradiação e irrigação por microaspersão quatro vezes ao dia, durante 8 minutos, com vazão de 28 L hora⁻¹. A fertirrigação foi realizada semanalmente, com aplicação de 10 mL de solução nutritiva por minicepa. A solução nutritiva foi composta por 1,3 gL⁻¹ de MAP (NH₄H₂PO₄), 0,5 gL⁻¹ de Dripsol Micro[®] (contendo 1,2% de Mg, 0,85% de B, 3,4% de Fe, 4,2% de Zn, 3,2% de Mn, 0,5% de Cu e 0,06% de Mo) e 3 gL⁻¹ de cloreto de potássio.

Figura 1 - Caracterização geral do mini jardim clonal de *Araucaria angustifolia* utilizado como fonte dos propágulos para o experimento, onde: (A) mini jardim clonal; (B) minicepa; (C) propágulos.



Fonte: O autor

Os propágulos originados a partir da quebra de dominância apical das minicepas, foram confeccionados com aproximadamente 6 ± 1 cm de comprimento, preservando 1/3 das acículas, com o corte basal em bisel e mantidos a ápice meristemático. O plantio das miniestacas foi realizado em embalagens biodegradáveis feitas de fibra de celulose com volume de aproximadamente 280 cm^3 , preenchidos com substrato formulado composto por turfa de sphagnum, fibra de coco, perlita expandida e húmus, sendo posteriormente acondicionadas em casa de vegetação climatizada por um período de 24 horas para hidratação do substrato

4.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Após o plantio das miniestacas, as bandejas foram alocadas em casa de vegetação com irrigação por microaspersão em intervalos de 15 minutos e mantidas neste ambiente por 90 dias. Passados os 90 dias houve a transferência do material para o “berçário”, estufa com 50% de irradiação solar. A partir dos 90 dias, iniciou-se a fertilização de cobertura das mudas com solução nutritiva composta por 4 gL^{-1} de monoânionio fosfato ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), 4 gL^{-1} de cloreto de potássio (KCl), $0,5\text{ gL}^{-1}$ de Dripsol®. Os tratamentos foram constituídos pelas doses de sulfato de amônio, sendo: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 g/L de sulfato de amônio. A fertilização localizada das mudas foi realizada com a aplicação de 20 mL de solução nutritiva aplicada semanalmente.

Aos 150 DAP as mudas foram transferidas para casa de sombra, ambiente com 50% de irradiação solar, conseqüentemente maior demanda evapotranspiratória. E aos 180 após o plantio das miniestacas, foram transferidas para ambiente pleno sol, com 100% de irradiação e irrigação por microaspersão 4 vezes ao dia durante 10 minutos com vazão de 28 L hora^{-1} .

Tabela 1 - Caracterização geral dos ambientes experimentais utilizados na produção de mudas clonais de *Araucaria angustifolia* ao longo dos 210 dias.

Dias após o plantio (DAP)	Ambiente	Manejo	Avaliações
0	Casa de Vegetação	Plantio das miniestacas	-
90	Berçário	Transferência das mudas, início da adubação	-
120	Berçário	-	Altura, Diâmetro do coleto, sobrevivência
150	Casa de Sombra	Mudança para ambiente com menor luminosidade	Altura, sobrevivência
180	Pleno Sol	Mudança final para ambiente definitivo	Altura
210	Pleno Sol	Avaliação final do experimento	Altura, Diâmetro do coleto, biomassa radicular, biomassa caulina, biomassa total, IQD, sobrevivência

Fonte: O autor

4.2.1 Avaliações

Ao longo do experimento foram avaliadas a sobrevivência das mudas aos 120, 150 e 210 dias, a altura caulinar, com o auxílio de uma régua milimetrada aos 120, 150, 180 e 210 dias, o diâmetro do coleto, utilizando-se um paquímetro digital de precisão 0,01 mm aos 120 e 210 dias.

Também aos 210 DAS selecionou-se 3 plantas escolhidas de maneira aleatória que fossem representativas por unidade amostral para foto documentação e avaliação da biomassa seca caulinar (BSC), radicular (BSR) e total (BST), mediante secagem em estufa com circulação e renovação de ar por 48 horas a 65 ° C, a pesagem da biomassa foi realizada em balança analítica de precisão (0,001 g). A partir dos dados obtidos foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Dickson, 1960), determinado por meio da seguinte fórmula:
$$IQD = BST/(H/DC) + (BSC/BSR)$$
, em que: H = altura da parte caulinar (cm), DC = diâmetro do

colete (mm), BST = biomassa seca total (g), BSC = biomassa seca caular (g) e BSR = biomassa seca radicular (g).

4.2.2 Delineamento experimental

O experimento foi estabelecido num delineamento inteiramente casualizado, com 6 doses de sulfato de amônio, com três repetições de 18 mudas por unidade experimental. A homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo teste de Bartlett ($p < 0,05$), e as variáveis que apresentarem diferenças significativas, de acordo com o teste de F, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (versão 4.4.3), e os gráficos e análises de regressão executadas no software Excel[®].

4.2.3 Caracterização geral do experimento

O mini jardim clonal foi a etapa inicial do experimento (A), onde as minicepas foram mantidas sob manejo específico para a produção de brotações. Posteriormente, para o desenvolvimento do experimento, houve o preparo das miniestacas (B), obtidas a partir das brotações das minicepas, os quais posteriormente foram submetidos a enraizamento.

O plantio das miniestacas foi realizado em embalagens biodegradáveis para o desenvolvimento inicial das raízes e condução do experimento (C). As mudas foram então transferidas para a casa de sombra (D), ambiente que proporciona aclimação graduada. Após esse período, as plantas foram levadas para o ambiente de pleno sol (E), com o objetivo de promover o endurecimento e adaptação final.

Por fim, realizou-se a avaliação da biomassa das mudas (F), etapa essencial para a análise do desenvolvimento das plantas.

Figura 2 - Caracterização geral das etapas do experimento com mudas clonais de *Araucaria angustifolia*, onde: (A) Mini jardim clonal; (B) Preparo das miniestacas; (C) Plantio em embalagens biodegradáveis; (D) Mudas em casa de sombra; (E) Mudas em ambiente de pleno sol



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Fonte: O autor

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para os dados de altura caulinar coletados aos 120, 150, 180 e 210 DAP revelou que a interação entre os fatores doses de sulfato de amônio e tempo não foi significativa, atestando que os fatores são independentes; ou seja os fatores doses de sulfato de amônio e tempo, individualmente, foram significativos para a variável altura caulinar (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância para altura caulinar de mudas clonais de *Araucaria angustifolia* ao longo de quatro avaliações (120, 150, 180 e 210 DAP), submetido a diferentes doses de sulfato de amônio.

Fonte de Variação	Quadrado médio	
	GL	Altura
Doses de sulfato de amônio	5	7,02*
Tempo	3	288,32*
Doses de sulfato de amônio x Tempo	15	1,35 ^{ns}
Resíduo	48	1,47
Total	71	298,16
CV (%)		11,57

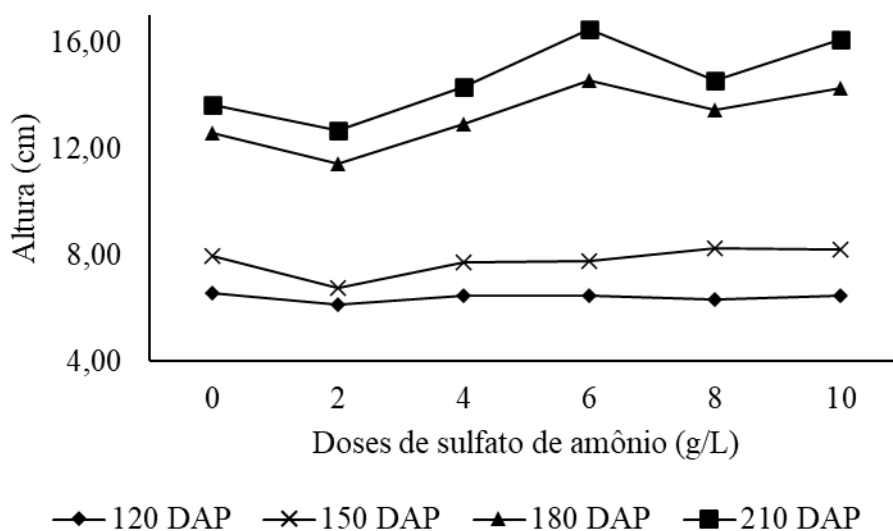
*Significativo ao nível de 5%; ns não-significativo ao nível de 5%; GL, graus de liberdade; CV., Coeficiente de variação.

Fonte: O autor

Aos 90 dias após a instalação do experimento (DAP), foi possível observar o estabelecimento de um padrão inicial de enraizamento nas miniestacas. Na primeira avaliação, realizada aos 120 DAP, constatou-se que o desenvolvimento radical ainda era consideravelmente reduzido, o que refletiu em um reduzido incremento da parte aérea. Essa tendência de desenvolvimento limitado manteve-se ao longo de todo o período de condução sob condições de casa de vegetação. Aos 180 DAP é possível notar um maior ganho em altura, o que pode ser explicado pelo tempo de permanência das plantas em casa de sombra. Este efeito pode estar relacionado com o estiolamento das plantas, o que poderia responder o fato de crescerem mais em a condições de sombreamento. A baixa temperatura sobre o dossel das plantas implica diretamente no regime de abertura e fechamento estomático, ou seja, com temperaturas mais amenas as plantas tendem a permanecerem com os estômatos abertos, permitindo um maior aproveitamento de foto assimilados (Rego *et al.*, 2011).

O mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos está relacionado com a capacidade de adaptação das plantas ao ambiente, pois quando a pleno sol, tendem a realizar o fechamento estomático com maior frequência, contribuindo para um maior consumo de foto assimilados, estes que são produzidos e transportados durante o processo de transpiração. (Figura 3).

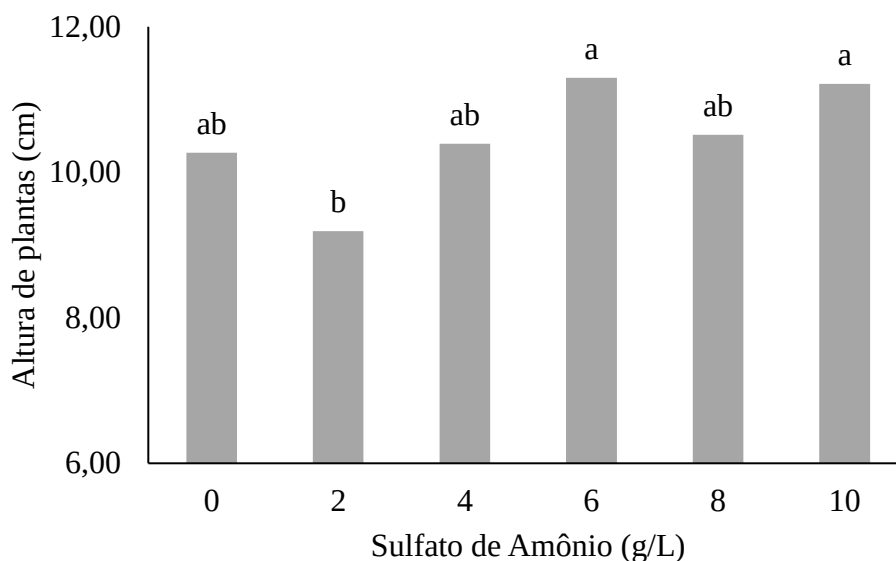
Figura 3 - Altura caulinar de mudas clonais de *Araucaria angustifolia* avaliadas aos 120, 150, 180 e 210 dias após o plantio das miniestacas sob diferentes doses de sulfato de amônio.



Fonte: O autor

A aplicação de diferentes concentrações de sulfato de amônio influenciou significativamente a altura média das plantas. Os tratamentos com 6 e 10 g L⁻¹ proporcionaram os melhores resultados médios em altura, com médias superiores a 11 cm, estatisticamente iguais as doses de 0, 4 e 8 g L⁻¹, que apresentaram valores intermediários e diferindo estatisticamente do tratamento com 2 g L⁻¹, que apresentou o menor crescimento (inferior a 10 cm) (Figura 4).

Figura 4 - Altura caulinar de mudas clonais de *Araucaria angustifolia* os 210 dias após o plantio das miniestacas sob diferentes doses de sulfato de amônio.



Fonte – O autor

A diferença nas respostas entre as diferentes doses de sulfato de amônio pode estar relacionada à participação do nitrogênio na síntese de proteínas, enzimas e clorofila, sendo fundamental para o crescimento vegetativo das plantas (Taiz *et al.*, 2017). As doses de 6 e 10 g/L de sulfato de amônio promoveram respostas superiores em comparação às doses de 2 e 4 g/L, que possivelmente não supriram de forma adequada as exigências nutricionais das plantas. O efeito significativo das doses de sulfato de amônio reforça a necessidade de adubação específica para cada espécie. A compreensão da exigência nutricional de cada delas evita tanto a deficiência quanto o excesso de nutrientes, que podem comprometer o desempenho fisiológico das plantas (Gonçalves; Passos, 2000). Além disso, a resposta diferenciada entre as doses mais baixas pode estar associada à absorção de nutrientes disponíveis pelo substrato, o que explicaria os bons resultados observados na ausência de sulfato de amônio (0 g/L) em algumas variáveis, como o diâmetro do coleto e a biomassa seca das plantas, mas sem anular a relevância da adubação em doses mais equilibradas para maximizar o crescimento (Wendling *et al.*, 2015).

A similaridade das respostas entre os tratamentos com 0 g/L e 4 g/L de sulfato de amônio, levantam a hipótese de que a partir de um determinado ponto, as concentrações de sulfato de amônio tendem a ter um comportamento linear, no entanto os resultados obtidos não permitem afirmar com exatidão qual é o ponto máximo da curva de crescimento. Apesar de o

tratamento 10 g/L apresentar resultados superiores que os demais, não se pode concluir que este seja o ponto de saturação para estes nutrientes.

A análise de variância para diâmetro do coleto avaliado aos 210 DAP é apresentada na tabela 3. Não foi observado efeito significativo para as doses de sulfato de amônio.

Tabela 3 - Análise de variância para diâmetro do coleto aos 210 dias após o plantio (DAP), submetido a diferentes doses de sulfato de amônio.

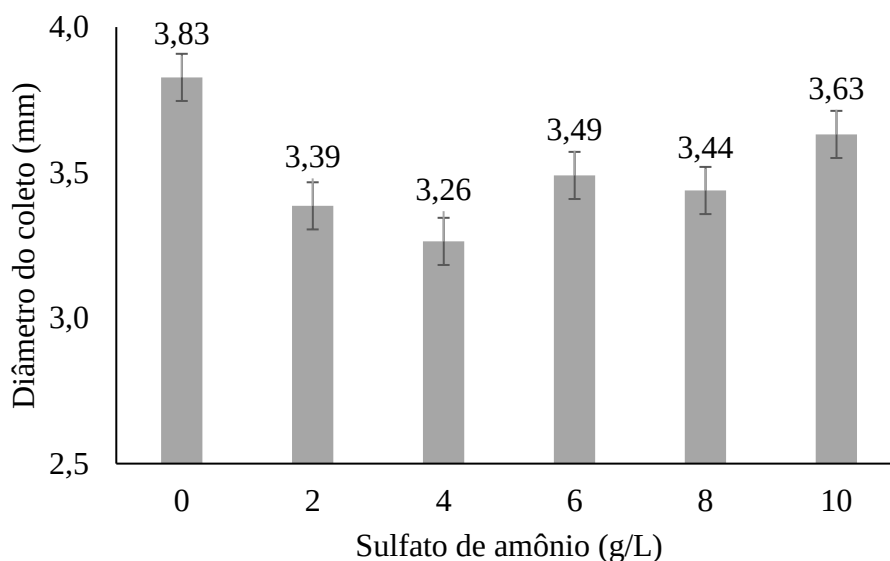
Fonte de Variação	Quadrado médio	
	GL	Diâmetro
Doses de sulfato de amônio	5	0,12 ^{ns}
Resíduo	12	0,05
Total	17	0,17
CV (%)		6,38

*Significativo ao nível de 5%; ns não-significativo ao nível de 5%; GL, graus de liberdade; CV., Coeficiente de variação.

Fonte: O autor

O diâmetro do coleto apresentou variações entre os tratamentos com sulfato de amônio, com valores oscilando de 3,26 mm a 3,83 mm. A maior média foi observada na testemunha (0 g L⁻¹), com 3,83 mm, enquanto a menor foi registrada na dose de 4 g L⁻¹ (3,26 mm). A partir de 6 g L⁻¹, os valores voltaram a apresentar incremento, atingindo 3,49 mm, 3,44 mm e 3,63 mm para as doses de 6, 8 e 10 g L⁻¹, respectivamente. Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas claras entre os tratamentos, os dados sugerem um efeito depressivo inicial da adubação nitrogenada no diâmetro do coleto, seguido por uma tendência de recuperação em doses mais elevadas.

Figura 5 - Diâmetro do coleto de mudas clonais de *Araucaria angustifolia* aos 210 dias após o plantio das miniestacas sob diferentes doses de sulfato de amônio



Fonte: O autor

Mesmo que o nitrogênio seja essencial para o desenvolvimento vegetal, especialmente da parte aérea, por estar diretamente relacionado ao processo fotossintético das plantas (Taiz *et al.*, 2017), doses inadequadas podem provocar efeitos adversos. Um fator relevante a ser considerado é a influência do nitrogênio no crescimento em altura das plantas, especialmente durante o período de permanência em casa de sombra, ambiente que estimula o alongamento caulinar como resposta adaptativa à baixa luminosidade. Nesse contexto, o fornecimento de nitrogênio pode ter promovido um crescimento excessivo em altura, acarretando desequilíbrio no desenvolvimento morfológico, particularmente no espessamento do coleto, o que explicaria os maiores valores obtidos para este parâmetro nas mudas submetidas à dose de 0 g L⁻¹ de sulfato de amônio.

A maior média na testemunha pode estar relacionada a acidificação de substrato, tanto quanto ao desbalanço nutricional, causados pela aplicação da fonte amoniacal de nitrogênio (Camacho *et al.*, 1995). Reforçando a necessidade de um manejo equilibrado da adubação, ajustado às exigências específicas da espécie (Wendling *et al.*, 2015).

A Tabela 4 apresenta a análise de variância para as variáveis biomassa seca da parte aérea, biomassa seca radical e biomassa seca total (soma das partes aérea e radicular) das mudas. Não foi observado efeito significativo ($p > 0,05$) para as doses de sulfato de amônio em nenhuma das variáveis analisadas, indicando que as diferentes doses aplicadas não influenciaram significativamente o acúmulo de biomassa (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância para biomassa seca de raiz (BSR), biomassa seca caulinar (BSC) e biomassa seca total (BSC+BSR) em mudas clonais de *Araucaria angustifolia* avaliadas aos 210 DAP, submetidas a diferentes doses de sulfato de amônio.

Fonte de Variação	Quadrado médio			
	GL	BSR	BSC	BSC+BSR
Doses de sulfato de amônio	5	0,05 ^{ns}	3,67 ^{ns}	4,46 ^{ns}
Resíduo	12	0,03	3,49	4,17
Total	17	0,08	7,16	8,63
CV (%)		26,80	25,77	25,73

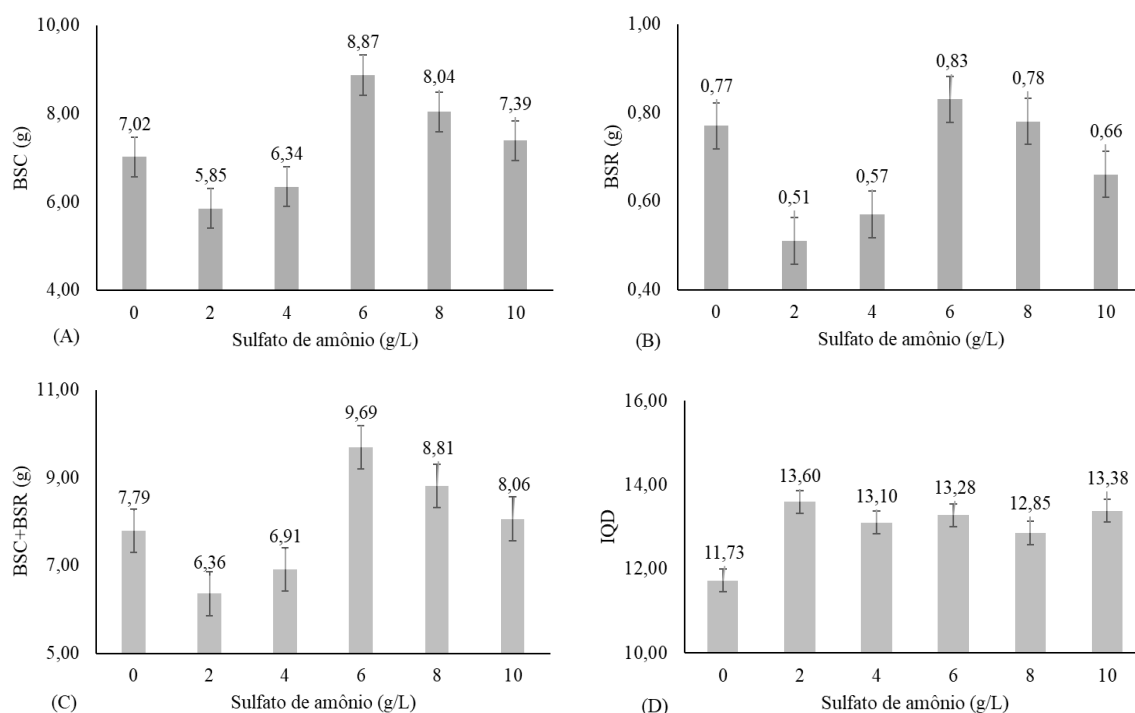
*Significativo ao nível de 5%; ns não-significativo ao nível de 5%; GL, graus de liberdade; CV., Coeficiente de variação.

Fonte: O autor

Os resultados obtidos para biomassa das plantas de *Araucaria angustifolia* indicaram que apesar de o nitrogênio ser o principal macro nutriente responsável pelo crescimento vegetativo dos vegetais não respondeu significativamente mesmo com variações nas doses (0 a 10 g/L), o que pode ser explicado pelo fato de que o aumento significativo da biomassa em função do nitrogênio só ocorre quando há um balanço equilibrado com outros nutriente, como fósforo e potássio (Fonseca *et al.*, 2006).

É possível notar na figura 6 que a dose de 0 g/L de sulfato de amônio proporcionou resultados superiores para a biomassa seca caulinar (BSC) e biomassa seca radicial (BSR), em comparação às doses 2 g/L e 4 g/L, podendo sugerir uma resposta das mudas de *Araucaria angustifolia* a baixas doses de nitrogênio. As baixas doses de sulfato de amônio podem ter gerado um desequilíbrio nutricional durante as fases iniciais de desenvolvimento, o que pode explicar a resposta de biomassa reduzida (Fonseca *et al.*, 2006), assim como os teores de nitrogênio provenientes do mono amônio fosfato (MAP) podem ter sido suficientes durante o início de desenvolvimento o que pode estar atribuído à presença de nutrientes residuais no substrato utilizado.

Figura 6 - Biomassa seca caulinar (BSC), biomassa seca radicular (BSR) e biomassa total (BSC+BSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas clonais de *Araucaria angustifolia*, em função de diferentes doses de sulfato de amônio.



Fonte: O autor

O tratamento com a dose de 6 g L⁻¹ de sulfato de amônio resultou nos maiores valores médios de biomassa seca da parte aérea (BSC), biomassa seca das raízes (BSR) e biomassa seca total (BST), ainda que as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas em relação aos demais tratamentos. Esses resultados, no entanto, reforçam a hipótese de que o incremento nas doses de sulfato de amônio tende a promover ganhos no acúmulo de biomassa até um determinado limite, a partir do qual os benefícios podem se estabilizar ou mesmo decrescer, em função de possíveis efeitos fisiológicos negativos associados ao excesso de nitrogênio no sistema, ou seja, as doses superiores a 6 g/L apresentaram resultados inferiores, o que explica o equilíbrio do balanço nutricional com as doses de nitrogênio (Gomes *et al.*, 2002), além de que há a possibilidade de acidificação do substrato causado pelo excesso de nitrogênio (Camacho *et al.*, 1995), o qual não pode ser comprovado.

A biomassa caulinar (BSC) foi significativamente reduzida nas doses de 2 e 4 g/L, enquanto a ausência de sulfato de amônio (0 g/L) resultou em valores intermediários, quando comparados às doses mais altas (6, 8 e 10 g/L). Esse resultado pode indicar que as doses baixas de nitrogênio não foram suficientes para promover o desenvolvimento adequado das mudas, e que a *Araucaria angustifolia* foi capaz de manter um crescimento moderado mesmo com a

suplementação de nitrogênio reduzida, devido a presença de 11% do mesmo na formulação do mono amônio fostato (MAP) (Gomes *et al.*, 2002; Wendling *et al.*, 2015).

O índice de acidez (pH) pode afetar diretamente no balanço nutricional disponível para a planta, porém, durante as fases iniciais das estacas esse fator pode não afetar os processos de desenvolvimento radicular (Kratz *et al.*, 2015), reforçando ainda mais a teoria de que as plantas submetidas ao tratamento com ausência de sulfato de amônio obtiveram resultados mais sobressalentes de biomassa quando comparados com 2 g/L e 4 g/L de sulfato de amônio. O desbalanço causado pela acidez do substrato associado a baixas concentrações de nitrogênio podem ter afetado diretamente no processo de acúmulo de reserva pelas plantas.

6. CONCLUSÕES

Houve efeito significativo para as doses de sulfato de amônio em função da altura de plantas, sendo observados maiores valores nos tratamentos 6 e 10 g L⁻¹. Porém, não foi verificado efeito significativo em nenhuma das outras avaliações, como diâmetro do coleto, biomassa seca (radicular, caulinar e total) e índice de qualidade de Dickson (IQD), indicando que as concentrações de sulfato de amônio avaliadas, por si só não foram determinantes para a qualidade de mudas de *Araucaria angustifolia*.

A testemunha (0 g L⁻¹) apresentou desempenho semelhante ou superior às demais em algumas variáveis, indicando que a demanda de nitrogênio pode ter sido suprida por outros compostos que faziam parte da composição dos tratamentos, como é o caso do mono amônio fosfato (MAP) que apresenta 11% de nitrogênio em sua composição.

As doses de sulfato de amônio quando em concentrações necessárias podem favorecer o crescimento em altura de plantas de *A.angustifolia*, mas não garantem o incremento dos demais fatores morfológicos das plantas nas doses avaliadas.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C.V.T. *et al.* Conservação pós-colheita de pinhões [sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**. v. 37, n. 2, p. 346-351, 2007.
- BREDEMEIER, C. MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**. v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.
- CAMACHO, J.C.Q. **Efeito do balanço de cátions e ânions da planta na acidificação do solo por fertilizantes nitrogenados**. 1995. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- CONTI, A.C. *et al.* Análise do desenvolvimento e da viabilidade econômica do plantio de mudas de árvores em tubetes biodegradáveis. **Retec**, Ourinhos, v. 5, n. 1, p. 113-121, 2012.
- COSTA, C.C.; ALMEIDA, L.E.; CASTRO, V.R. Produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.) em tubetes biodegradáveis. **Revista Ambiental**. v. 15, n. 2, p. 23-31, 2023.
- DIAS, B.A.S. **Análise comparativa de tubetes biodegradáveis e de polietileno na produção de mudas de *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhl.** 2011. 72 f. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and White pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 36, p. 11-13, 1960.
- FONSECA, C.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de Sete-Cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke)¹. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.
- GOMES, J.M. *et al.* Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*¹. **Revista Árvore**. v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- GOMES, J.M. PAIVA, H.N. Viveiros Florestais (Propagação Sexuada). **Viçosa UFV**. n. 3. p. 116. 2004.
- GONÇALVES, M.R. ; PASSOS, C.A.M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**. v. 10, n. 2, p. 145-161, 2000.

GOULART, L.M.L. *et al.* Produção de Mudanças de Ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em Resposta a Fertilização Nitrogenada. **Floresta e Ambiente**. 2017.

IATAURO, R.A. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. 2001. 33p. (Monografia) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

IATAURO, R.A. **Avaliação energética e econômica da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de Aroeira - *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Energia na agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

IUCN – International Union for Conservation of Nature. ***Araucaria angustifolia* - The IUCN Red List of Threatened Species** 2013: e.T32975A2829141. IUCN, 2013. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32975A2829141.en>. Acesso em: 24 mar. 2025.

KRATZ, D. *et al.* Produção de mudas de Erva-Mate por ministaquia em substratos renováveis. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 609-616, 2015.

MARQUES, V.B.; PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. NEVES, J.C.L.; BERNARDINO, D.C.S. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth.). **Revista Árvore**. v. 30, n. 5, p. 725,735, 2006.

MATTOS, P.P. *et al.* **Caracterização Física, Química e Anatômica da Madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze**. Colombo: Embrapa Florestas. Comunicado técnico 160. p. 1-4, 2006.

OLIVEIRA, L.S. **Enxertia, microenxertia e descrição do tropismo em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS. **Anais...** Curitiba: FUPEF. n. 1, p. 59-90, 1981.

PAULILO, M.T.S. VIANA, A.M. RANDI, A.M. **Fisiologia Vegetal**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. p. 09-182. 2015.

PIRES, P. WENDLING, I. AUER, C. BRONDANI, G. Sazonalidade e soluções nutritivas na ministaquia de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze¹. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p.283-293, 2015.

REGO, G.M, POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**. n. 53, p. 179, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de *Araucaria angustifolia* para produção de madeira. **Embrapa Florestas. Comunicado Técnico 350**, v. 1, 2015.

WENDLING, I, STUEPP, C.A. SANTIN, D. ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Clonal forestry of *Araucaria angustifolia*: plants produced by grafting and cuttings can be used for wood production. **Revista Árvore**. v. 41, 2017.